



92/2811
JFW

Docket No.: MAS-FIN-116

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date indicated below.

By:  Date: January 26, 2005

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applic. No.	: 10/079,114	Confirmation No: 6732
Applicant	: Johann Winderl, et al.	
Filed	: February 20, 2002	
Art Unit	: 2811	
Examiner	: Gene M. Munson	
Title	: Electronic Component with a Semiconductor Chip and Method of Producing an Electronic Component	
Docket No.	: MAS-FIN-116	
Customer No.	: 24131	
Date of Notice of Allowance:	December 13, 2004	

CLAIM FOR PRIORITY

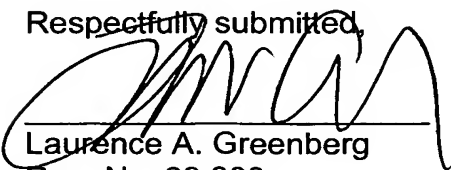
Commissioner for Patents,
P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 101 08 147.2, filed February 20, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,


Laurence A. Greenberg
Reg. No. 29,308

Date: January 26, 2005
Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101
/av

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

BEST AVAILABLE COPY



CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 08 147.2

Anmeldetag: 20. Februar 2001

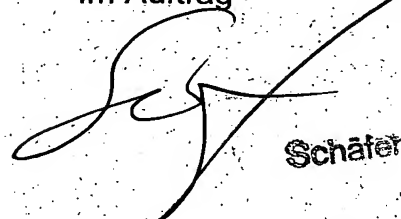
Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, 81669 München/DE

Bezeichnung: Elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip

IPC: H 01 L 23/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. Januar 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Schäfer

FIN 116 P/200014219

25



Zusammenfassung

Elektronisches Bauteil und Verfahren zu seiner Herstellung

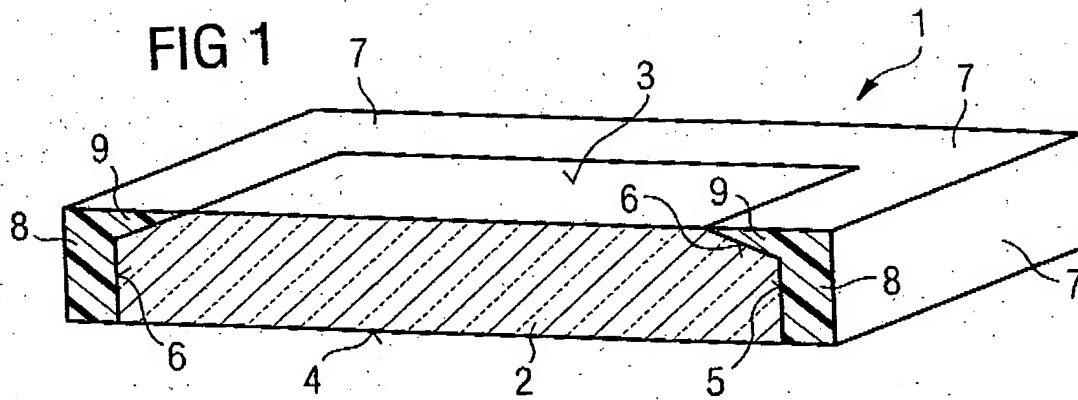
- 5 Die Erfindung betrifft ein elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip (2), der eine aktive Oberseite (3) und eine passive Rückseite (4) aufweist. Der Halbleiterchip (2) wird von einem gesägten Rand (5) umgeben. Dieser Rand (5) aus Halbleitermaterial weist profilgesägte Konturen (6) auf. Die
- 10 profilgesägten Konturen (6) sind von einer einen Kunststoffrand (7) bildenden Kunststoffmasse (8) umgeben, wobei die Kunststoffmasse (8) mit den profilgesägten Konturen (6) formschlüssig in Eingriff steht. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Bauteils
- 15 (1).

[Figur 1]

FIN 116 P

1/3

FIG 1



FIN 116 P/200014219

1

Beschreibung

Elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip

- 5 Die Erfindung betrifft ein elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip, der eine aktive Oberseite und eine passive Rückseite aufweist und von einem gesägten Rand umgeben ist.

- 10 Derartige elektronische Bauteile weisen als Gehäuse eine Kunststoffmasse auf, die den gesamten Halbleiterchip einschließlich Bondverbindungen zu einem Systemträger und teilweise den Systemträger selbst umgibt. Sind die elektronischen Bauteile für Identifizierungskarten, Bankkarten, Buchungskarten oder Karten für Schließsysteme vorgesehen, so weisen sie
- 15 anstelle eines Gehäuses lediglich auf ihrer aktiven Oberseite eine Umverdrahtungsfolie auf, welche Kontaktflächen, die unmittelbar auf dem Halbleiterchip angeordnet sind, über Umverdrahtungsleitungen auf Kontaktanschlußflächen und/oder auf Außenkontakte verteilen. In derartigen Fällen bildet der ge-
- 20 sägte Rand für jedes einzelne Halbleiterchip gleichzeitig auch den Rand des elektronischen Bauteils.

- 25 Beide Bauprinzipien für elektronische Bauteile mit Halbleiterchips haben Nachteile. In dem einen Fall des von Kunststoff umhüllten Halbleiterchips ist der Volumenbedarf des elektronischen Bauteils mit Kunststoffgehäuse und Systemträger enorm groß und kann für miniaturisierte Schaltungsanordnungen nicht eingesetzt werden. In dem anderen Fall, bei dem ein gesägter Rand unmittelbar die Außenkanten des elektroni-
- 30 schen Bauteils bestimmt, ist das elektronische Bauteil äußerst klein im Volumen, zumal die genannte Umverdrahtungsfolie äußerst dünn ausgeführt werden kann, jedoch sind derartige elektronische Bauteile empfindlich beim Handhaben, beim

FIN 116 P/200014219

2

Testen, beim Versenden und beim Weiterverarbeiten sowie beim Einpassen, beispielsweise in Chipkarten. Dabei muss mit einem hohen Ausschuss gerechnet werden oder eine besondere Sorgfalt beim Handling muß beachtet werden. In dem einen Fall ist die Wirtschaftlichkeit durch den hohen Ausschuss in Frage gestellt, in dem anderen Fall ist mit der Sorgfalt beim Handling ein zusätzlicher Zeitaufwand verbunden, der jeden Prozessschritt verlangsamt und/oder einen zusätzlichen apparativen Aufwand für Vorrichtungen zum Greifen, Bestücken und anderer Manipulationen erfordert.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip, der eine aktive Oberseite und eine passive Rückseite aufweist und von einem gesägten Rand umgeben ist, anzugeben, bei dem der Ausschuss bei gleichzeitiger Vereinfachung des Handlings der Bauteile vermindert werden kann. Darüber hinaus ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines solchen elektronischen Bauteils anzugeben.

Diese Aufgabe wird mit dem Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Merkmale vorteilhafter Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Gemäß der Erfindung weist das elektronische Bauteil einen Rand des Halbleiterchips aus Halbleitermaterial mit profilgesägten Konturen auf und ist von einer einen Kunststoffrand bildenden Kunststoffmasse umgeben, wobei die Kunststoffmasse mit den profilgesägten Konturen des Randes aus Halbleitermaterial formschlüssig in Eingriff steht.

Ein derartiges elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip, der eine aktive Oberseite und eine passive Rückseite

FIN 116 P/200014219

3

aufweist und von einem gesägten Rand umgeben ist, hat den Vorteil, dass der gesägte Rand aus Halbleitermaterial nicht unmittelbar beim Handling gefährdet ist, da er von einer Kunststoffmasse umgeben wird. Eine derartige Kunststoffmasse auf einem gesägten Halbleiterrand eines herkömmlichen Halbleiterchips hält jedoch nicht allen verarbeitungs- und betriebsbedingten Beanspruchungen stand, so dass die Gefahr des teilweise Ablösens des Kunststoffrandes besteht. Der Vorteil der vorliegenden Erfindung ist es, dass der Rand aus Halbleitermaterial profilgesägte Konturen aufweist, die derart gestaltet sind, dass die Kunststoffmasse mit den profilgesägten Konturen formschlüssig in Eingriff steht und somit eine intensivere Verbindung mit dem gesägten Halbleiterrand gewährleisten kann. Gleichzeitig können durch speziell vorgesehene Profilkonturen unterschiedliche Phasen an den Halbleiterchip angeformt werden, so dass die Kantenstabilität des Halbleitermaterials verbessert wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist der Kunststoffrand einen rechteckförmigen Querschnitt auf und ist zur aktiven Seite des Halbleiterchips hin um eine spitz zulaufende Dreiecksfläche erweitert. Diese spitz zulaufende Dreiecksfläche im Querschnitt des Kunststoffrandes wird durch Anphasen des oberen Randes des Halbleiterchips erreicht. Da im Randbereich der aktiven Oberseite eines jeden Halbleiterchips ein breiter Bereich vorgesehen ist, der als Sägespurbereich nicht von aktiven Bauelementen der aktiven Oberseite des Halbleiterchips eingenommen wird, ist ein Anphasen des Randbereichs ohne Verlust von Halbleiteroberfläche möglich.

30

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Kunststoffrand einen rechteckigen Querschnitt mit einer ihn zur aktiven Seite des Halbleiterchips hin verbreiternden zu-

FIN 116 P/200014219

4

sätzlichen Rechteckfläche auf. In dieser zweiten Ausführungsform der Erfindung wird anstelle der Anphasung des Halbleiterchips im Randbereich eine rechteckförmige Einkerbung des Randbereichs vorgenommen, wodurch eine Kontur entsteht, die L-förmig das Halbleitermaterial umgibt. Diese L-Form kann mit Hilfe einer Profilsäge beim Aufteilen des Wafers in Halbleiterchips gewonnen werden. Der Vorteil dieser L-Form besteht in einer erhöhten Formschlüssigkeit zwischen Halbleitermaterial und Kunststoffmasse im Randbereich des Halbleiterchips.

10 In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Kunststoffrand einen Querschnitt mit einer Einkerbung in die aktive Oberseite des Halbleiterchips auf. Während die ersten beiden Ausführungsformen lediglich den Randbereich anphasen, wird in dieser dritten Ausführungsform der Erfindung auf der 15 aktiven Oberseite im Randbereich des Halbleiterchips eine Nut oder Vertiefung eingebracht. Mit dem Einbringen einer derartigen Einkerbung ist der Vorteil verbunden, dass die Formschlüssigkeit zwischen Kunststoffmasse und Halbleiter zusätzlich erhöht wird. Eine derartige Ausführungsform kann vorse- 20 hen, dass der Kunststoffrand einen U-förmigen Querschnitt mit unterschiedlichen Schenkellängen aufweist, wobei der kürzere Schenkel in eine Nut im Randbereich der aktiven Oberseite des Halbleiterchips eingreift und der längere Schenkel eine 25 Kunststoffaußenkante für das elektronische Bauteil bildet. Somit entspricht der längere Schenkel des U-förmigen Querschnitts mindestens der Dicke des Halbleiterchips, während der kürzere Schenkel die in der profilgesägten Kontur des Halbleitermaterials des Randes des Halbleiterchips einge- 30 brachte Nut auffüllt.

Zur weiteren Verbesserung der Haftung des Kunststoffrandes an dem profilgesägten Konturen aus Halbleitermaterial des Halb-

FIN 116 P/200014219

5

5 leiterchips kann zwischen dem Rand aus Halbleitermaterial und
der Kunststoffmasse eine Haftvermittlerschicht angeordnet
sein. Eine derartige Haftvermittlerschicht bringt zusätzlich
mikroskopisch feine Formschlüsse ein, die ein Abplatzen oder
10 Abfallen der Kunststoffmasse von dem profilgesägten Rand des
Halbleitermaterials verhindert. Dazu weist eine Haftvermitt-
lerschicht in vorteilhafter Weise eine dendritische Struktur
auf. Derartige dendritische Strukturen können durch galvani-
sche Abscheidung von Metalloxiden als Haftvermittlerschicht
15 auf dem profilgesägten Rand des Halbleitermaterials aufge-
bracht sein.

15 In Abhängigkeit von der jeweiligen Anwendung des elektroni-
schen Bauteils kann die aktive Oberseite des Halbleiterchips
in einer weiteren Ausführungsform eine integrierte Schaltung
aufweisen. Derartige integrierte Schaltungen werden durch den
Kunststoffrand vor Beschädigungen geschützt, da keine Mikro-
risse bei Stoßbelastung von dem Halbleiterrand in den aktiven
Bereich des Halbleiterchips hineinreichen können. Durch die
20 dämpfende Wirkung des Kunststoffrandes werden Stöße abgemil-
dert und ein unmittelbares Abplatzen von Halbleitermaterial
im Randbereich wird verhindert. Derartig geschützte Bauteile
bedürfen bei der Weiterverarbeitung, insbesondere beim Testen
und beim Einbau in Chipkarten keiner besonderen Sorgfalt im
25 Handling. Sie können vielmehr relativ zügig mit vereinfachten
Bestückungsautomaten weiterbearbeitet werden.

30 Wird zum Übergang der auf der aktiven Oberseite des Halblei-
terchips befindlichen Kontaktflächen auf Außenkontakte eine
Umverdrahtungsfolie eingesetzt, so kann in einer weiteren
Ausführungsform der Erfindung in der Umverdrahtungsfolie ein
zentraler Bondkanal angeordnet sein, und die Kontaktflächen
der aktiven Oberseite des Bauteils in diesem Bondkanal ange-

FIN 116 P/200014219

6

ordnet sein. Der Bondkanal in der Umverdrahtungsfolie dient dazu, dass Bondverbindungen von den Kontaktflächen auf dem Halbleiterchip zu Kontaktanschlussflächen auf der Umverdrahtungsfolie hergestellt werden können. Vor einer Weiterverarbeitung eines derartigen Bauteils wird der Bondkanal mit den Bonddrähten ebenfalls mit einer Kunststoffmasse vergossen, um die Bonddrähte im Bondkanal zu schützen. Ein zentraler Bondkanal für zentral angeordnete Kontaktflächen auf der aktiven Oberseite des Halbleiterchips wird dann angewandt, wenn das Halbleiterchip integrierte Schaltungen aufweist.

Handelt es sich wie in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung bei den aktiven Elementen auf der Oberseite des Halbleiterchips um einen großflächigen Berührungssensor, so wird in der Umverdrahtungsfolie im Randbereich des Halbleiterchips ein Bondkanal vorgesehen, so dass die überwiegende aktive Oberseite des Halbleiterchips als Sensorfläche freigehalten bleibt. Auch in dieser Ausführungsform der Erfindung werden die Bonddrähte im seitlich angeordneten Bondkanal mit einer Kunststoffmasse vergossen. Deshalb ist es in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorteilhaft, dieses Vergießen mit einer Kunststoffmasse mit dem Vergießen der profilgesägten Konturen des Halbleitermaterials zu verbinden, so dass nur ein Verfahrensschritt zur Aufbringung der Kunststoffmasse sowohl in den Bondkanälen als auch in den Randbereichen erforderlich wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Umverdrahtungsfolie Leiterbahnen auf, die von den Kontaktanschlussflächen der Umverdrahtungsfolie zu Außenkontakten auf der Umverdrahtungsfolie führen. Die Außenkontakte können dabei großflächige Außenkontakte sein, um einen Zugriff von außen auf die Schaltungen des elektronischen Bau-

FIN 116 P/200014219

7

teils zu gewährleisten. Sie können aber auch in Form von Kontakthöckern ausgebildet sein, um ein derartiges elektronisches Bauteil auf Leiterplatten und anderen Verdrahtungssubstraten aufzubringen.

5

Ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen elektronischen Bauteils weist folgende Verfahrensschritte auf.

10

1. Bereitstellen eines Halbleiterwafers mit in Zeilen und Spalten angeordneten Halbleiterchips und dazwischen vorgesehenen Sägespurbereichen,
2. Aufbringen des Halbleiterwafers auf einen Träger,
3. Sägen des Halbleiterwafers entlang der Sägespurbereiche mit einer Profilsäge,
- 15 4. Auffüllen der Profilsägespuren mit einer Kunststoffmasse,
5. Trennen des Halbleiterwafers zu Halbleiterchips entlang der Kunststoffmasse mittels Sägeblättern, deren Dicke kleiner ist als die mit Kunststoffmasse aufgefüllten Sägespurbreiten in dem Halbleiterwafer.

20

Dieses Verfahren unterscheidet sich von der Aufbringung der Kunststoffmasse gleichzeitig oder in Verbindung mit dem Verkapseln der Bondkanäle darin, dass hier der Kunststoffrand noch für sämtliche Halbleiterchips eines Halbleiterwafers an-
25 gebracht und bearbeitet wird. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass es außer dem Profilsägeschritt und dem anschließenden Vergießen der profilgesägten Sägespuren mit einer Kunststoffmasse keine weiteren Schritte zur Herstellung und
30 Trennung von Wafers in Halbleiterchips benötigt.

30

Das Einbringen der Kunststoffmasse in profilgesägte Sägespurbereiche eines Halbleiterchips kann bei einem Durchführungs-

FIN 116 P/200014219

8

beispiel des Verfahrens mittels Spateltechnik erfolgen. Dazu wird die Kunststoffmasse mittels eines Spatels in die profilgesägten Sägespurbereiche eingepresst.

- 5 Eine weitere Möglichkeit des Auffüllens der profilgesägten Bereiche besteht darin, den Halbleiterchip mit seinem Träger in eine Kunststoffmasse einzutauchen und unter Abstreifen der überflüssigen Kunststoffmasse aus dem Kunststoffbad herauszu-
ziehen. Das hat den Vorteil, dass dieses Verfahren automati-
10 siert werden kann und für große Stückzahlen von Wafern geeignet ist.

- Ein weiteres Durchführungsbeispiel des Verfahrens sieht vor, dass die Kunststoffmasse mittels Presstechnik in die Profil-
15 sägespuren eingebracht wird. Dazu wird ein Kunststoffleck auf den Wafer mit Träger aufgebracht und ein Stempel unter Stempeldruck sorgt für ein schnelles Ausbreiten des Kunststoffes und ein Eindringen des Kunststoffes in die Profilsägespuren.

- 20 Bei einem weiteren Durchführungsbeispiel des Verfahrens wird die Kunststoffmasse mittels Sprühtechnik in die Profilsägespuren eingebracht. Bei diesem Verfahren kann die überschüssige Kunststoffmasse von dem Halbleiterwafer abgeschleudert
25 werden. Nachdem die Profilsägespuren in dieser Weise von Kunststoffmasse gefüllt und die Kunststoffmasse einem Härteprozess oder Temperprozeß unterworfen wurde, kann durch eine endgültige Trenntechnik mittels eines dünnen Sägeblattes der Wafer in einzelne Halbleiterchips getrennt werden, die je-
30 weils einen Kunststoffrand aufweisen. Dazu wird in vorteilhafter Weise eine Säge mit Sägeblättern eingesetzt, deren Dicke kleiner ist als die mit Kunststoffmasse aufgefüllte Sägespurbreite in dem Halbleiterwafer.

FIN 116 P/200014219

9

Ein weiteres Durchführungsbeispiel des Herstellungsverfahrens sieht vor, dass vor dem Trennen des Halbleiterwafers in Halbleiterchips mit einem Kunststoffrand der Halbleiterwafer mit einer Umverdrahtungsfolie bedeckt wird und eine Umverdrahtung durchgeführt wird. Dabei werden die Kontaktflächen auf der aktiven Oberseite des Halbleiterchips über die Umverdrahtungsleitungen der Umverdrahtungsfolie mit Außenkontakten auf der Umverdrahtungsfolie verbunden.

10

Nach dem Aufbringen einer derartigen Umverdrahtungsfolie und der Durchführung der Umverdrahtung können die Schritte 3 bis 5 des obigen Verfahrens durchgeführt werden. Dabei können gleichzeitig die Bondkanäle, die während der Durchführung der Umverdrahtung offengelegt sind, ebenfalls mit Kunststoffmasse aufgefüllt werden. Zur Durchführung der Umverdrahtung ist es nicht erforderlich, zusätzliche Bondverbindungen mittels Bonddrähten herzustellen, sondern es können unmittelbar über den Bondkanälen freigelegte Flachleiter der Umverdrahtungsleiterbahnen mit den Halbleiterkontaktflächen verbunden werden. Diese Technik hat den Vorteil, dass der Bondbereich lediglich die Dicke der Umverdrahtungsfolie in Anspruch nimmt, da keine Bonddrähte aus dem Bondkanal herausragen.

15

20

25

30

In einer weiteren Durchführungsform der Erfindung werden noch vor dem Trennen des Wafers in Halbleiterbauteile als Außenkontakte Löthöcker auf die Umverdrahtungsfolie aufgebracht. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass nach dem Auftrennen des Wafers in einzelne Halbleiterchips nicht nur die Halbleiterchips selbst entstanden sind, sondern bereits ein funktionsfähiges vollständig vollendetes Bauteil für einen Einsatz in der Flip-Chip-Technologie vorliegt.

FIN 116 P/200014219

10

Als Trägermaterial beim Trennen eines Halbleiterwafers kann ein nichtstrukturierter Halbleiterwafer oder eine Keramik-
scheibe oder auch Stahlplatten als Träger eingesetzt werden.
Der Halbleiterwafer wird auf diese Träger in einem Durchfüh-
rungsbeispiel des Verfahrens mit einem thermoplastischen Kle-
ber geklebt. Die Erweichungstemperatur des Thermoplastes
liegt dabei unter der Zersetzungstemperatur der Kunststoffma-
sse aus einem Duroplast, so dass beim Abkleben der Chips vom
Träger der Kunststoffrand der einzelnen Chips nicht beschä-
digt wird. Gleichzeitig muss der Erweichungspunkt des Ther-
moplastes oder Poymers des Klebstoffs hoch genug liegen, da-
mit für den kurzen Augenblick des Einpressens oder Einbrin-
gens der Kunststoffmasse in die Profilsägespuren die gesägten
Chips auf dem Substrat sich relativ zueinander nicht ver-
schieben.

Eine andere Möglichkeit der Fixierung des Halbleiterwafers
auf einem Träger besteht durch Anwenden von Vakuumöffnungen
in der Oberseite des Trägers, derartige Vakuumöffnungen müs-
sen jedoch auf die Chipgröße angepasst ein, so dass nach dem
Profilsägen des Halbleiterwafers jedes Chip in seiner Positi-
on verbleiben kann. Wird als Kunststoffmasse ein Epoxidharz
eingesetzt, so kann dieser bei Raumtemperatur aushärten und
vernetzen, so dass er beim Ablösen der Chips von einem Träger
bei erhöhter Temperatur nicht anschmilzt. Andere irreversible
Kunststoffmassen werden auf der Basis von Silikonen einge-
setzt. Auch hier wird nach dem Aushärten der Kunststoffmasse
eine Temperaturfestigkeit erreicht, die ein Ablösen des fer-
tigen elektronischen Bauteils von einem Träger, mit dem das
Bauteil über einen Thermoplast verbunden war, ermöglicht, oh-
ne daß die Kunststoffmasse beschädigt wird.

FIN 116 P/200014219

11

Mit dem erfindungsgemäßen elektronischen Bauteil und dem Verfahren zur Herstellung dieses Bauteils wird ein Bauteil geschaffen, bei dem nicht nur ein Gehäuse im Bereich des Bondkanals vorgesehen wird, sondern auch die Chipkanten hinsichtlich eines mechanischen Kantenschutzes entsprechend encapsuliert werden. Damit kann die Sorgfaltspflicht beim Handling erleichtert werden und die Chipkarten können mittels Dispensen derart umhüllt sein, dass ein Formschluss zwischen Encapsulant und Chipkante entsteht.

10

Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsformen mit Bezug auf die beiliegenden Figuren näher erläutert.

15

Figur 1 zeigt eine perspektivische Ansicht teilweise im Querschnitt einer ersten Ausführungsform der Erfindung.

Figur 2 zeigt eine perspektivische Ansicht teilweise im Querschnitt einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

20

Figur 3 zeigt eine perspektivische Ansicht teilweise im Querschnitt einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

25

Figur 4 zeigt eine Prinzipskizze eines auf einem Substrat aufgebrachten Wafers ohne oder mit aufgebrachter Umverdrahtungsfolie vor dem Aufsägen in einzelne Halbleiterchipbereiche bzw. einzelne elektronische Bauteile.

30

Figur 5 zeigt eine Prinzipskizze eines auf einem Substrat aufgebrachten Wafers beim Aufsägen mittels Profilsäge in einzelne Halbleiterchipbereiche bzw. einzelne elektronische Bauteile.

Figur 6 zeigt eine Prinzipskizze eines auf einem Substrat aufgebrachten und profilgesägten Wafers ohne oder

FIN 116 P/200014219

12

mit aufgebrachter Umverdrahtungsfolie nach einem Auffüllen der Sägespuren mit Kunststoffmasse.

Figur 7 zeigt eine Prinzipskizze eines auf einem Substrat aufgebrachten Wafers ohne oder mit aufgebrachter Umverdrahtungsfolie, der mit einem Trennsägeblatt zu einzelnen Halbleiterchipbereichen mit einem Kunststoffrand bzw. zu einzelnen elektronischen Bauteilen mit jeweils einem Kunststoffrand aufgetrennt ist.

Figur 1 zeigt eine perspektivische Ansicht teilweise im Querschnitt einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Dabei kennzeichnet die Bezugsziffer 1 ein elektronisches Bauteil, die Bezugsziffer 2 einen Halbleiterchip, die Bezugsziffer 3 eine aktive Oberseite des Halbleiterchips 2 und die Bezugsziffer 4 eine passive Rückseite des Halbleiterchips 2. Der Rand 5 des Halbleiterchips 2 weist eine profilgesägte Kontur 6 auf, die von einem Kunststoffrand 7 aus einer Kunststoffmasse 8 umgeben ist.

Die Kunststoffmasse 8 steht mit den profilgesägten Konturen 6 formschlüssig in Eingriff, da der Kunststoffrand den Halbleiterchip 2 im profilgesägten Randbereich vollständig umgibt und eine in Richtung auf die aktive Oberseite 3 spitz zulaufende Dreiecksfläche 9 den ursprünglich rechteckigen Querschnitt des Kunststoffrandes 7 zusätzlich für den formschlüssigen Eingriff erweitert. Das Querschnittsprofil des Kunststoffrandes kann näherungsweise auch als L-förmig bezeichnet werden, wobei der Querschenkel des L durch die spitz zulaufende Dreiecksfläche 9 dargestellt wird und der Längsschenkel durch die rechteckförmige Querschnittsfläche der Kunststoffmasse, die gleichzeitig einen Außenrand für das elektronische Bauteil bildet.

FIN 116 P/200014219

13

Anstelle des Halbleiterchips kann in der Ausführungsform nach Figur 1 auch ein Halbleiterchip 1 mit aufgesetzter Umverdrahtungsfolie von dem Kunststoffrand 7 umgeben sein. Eine derartige Umverdrahtungsfolie erfüllt die Aufgabe, von den mikroskopisch kleinen, d.h. mit Abmessungen im Mehrere-Micrometer-Bereich, Kontaktflächen unmittelbar auf einem Halbleiterchip auf makroskopische Außenkontaktflächen, die mit bloßem Auge erkennbar sind, die Möglichkeit zu eröffnen, das elektronische Bauteil unmittelbar in einer Chipkarte oder auf einer Leiterplatte zu befestigen und elektrisch zu verbinden. Eine derartige Umverdrahtungsfolie ist dann ein integraler Bestandteil des Halbleiterchips 2 und stellt auf dessen aktiver Oberseite makroskopische Außenkontaktflächen zur Verfügung.

15

Figur 2 zeigt eine perspektivische Ansicht teilweise im Querschnitt einer weiteren Ausführungsform der Erfindung. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in Figur 1 sind mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet, so dass eine zusätzliche Erläuterung entfallen kann. Der Unterschied der zweiten Ausführungsform der Erfindung zur ersten Ausführungsform besteht im wesentlichen darin, dass anstelle eines Dreiecksprofils, das sich in Richtung auf die aktive Oberseite 3 des Halbleiterchips 2 erstreckt, eine zusätzliche Rechteckfläche 10 für den formschlüssigen Eingriff der Kunststoffmasse mit den profilgesägten Konturen im Halbleitermaterial vorgesehen ist.

20

25

Die zweite Ausführungsform nach Figur 2 liefert demnach einen gestuften Übergang vom gesägten Außenrand des Halbleitermaterials zu der aktiven Oberseite des Halbleiterchips bzw. der Umverdrahtungsfolie, die auf der aktiven Oberseite des Halbleiterchips 2 angebracht sein kann, um makroskopische Außenanschlußflächen zu bilden. Eine derartige Umverdrahtungsfolie

30

FIN 116 P/200014219

14

ist dann sinnvoll auf einem Halbleiterchip 2 aufgebracht, wenn das Halbleiterchip auf seiner aktiven Oberseite 3 integrierte Schaltungen aufweist. Wird jedoch der Halbleiterchip mit seiner aktiven Oberseite 3 als Biosensor oder Berührungssensor eingesetzt, so kann die aktive Oberseite des Halbleiterchips unmittelbar die Sensorfläche bilden, ohne dass eine Umverdrahtungsfolie diese bedeckt. In derartigen Fällen wird jedoch vielfach an einem der Ränder zusätzlich ein Bondkanal im Randbereich des Halbleiterchips angeordnet, um sowohl die Versorgungsspannung an den Berührungssensor anzulegen als auch die Signalspannung von dem Berührungs- oder Biosensor abzuführen.

Des weiteren kann eine Umverdrahtungsfolie vorgesehen sein, wenn der Halbleiterchip auf seiner aktiven Seite wie oben erwähnt integrierte Schaltungen trägt und in dem Fall ein zentraler Bondkanal in der Umverdrahtungsfolie auf der Halbleiterchipoberfläche offengelassen wird, um von in einer zentralen Reihe angeordneten Kontaktflächen des Halbleiterchips auf die Leiterbahnen der Umverdrahtungsfolie überzugehen. Wenn derartige Bondkanäle für ein elektronisches Bauteil vorgesehen sind, dann wird zusätzlich zu der Kunststoffmasse für den Kunststoffrand auch eine Kunststoffmasse in den Bondkanälen vorzugsweise in einem einzigen Bearbeitungsschritt vorgesehen.

Figur 3 zeigt eine perspektivische Ansicht teilweise im Querschnitt einer dritten Ausführungsform der Erfindung. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in den Figuren 1 und 2 werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Im Unterschied zu den ersten beiden Ausführungsformen ist in der dritten Ausführungsform der formschlüssige Eingriff zwischen profilgesägten Konturen im Halbleitermaterial und der Kunst-

FIN 116 P/200014219

15

stoffmasse weiter verbessert durch eine zusätzliche Einkerbung 11 im Randbereich der aktiven Oberseite 3 des Halbleiterchip 2.

- 5 Die Gesamtstruktur des Kunststoffrandes ergibt damit eine U-Form, mit einem längeren Schenkel 15, der gleichzeitig den Außenrand für das elektronische Bauteil bildet, und einem kürzeren Schenkel 12, der mit seiner Kunststoffmasse die Einkerbung 11, die in der Ausführungsform der Figur 3 als Nut 13
- 10 ausgebildet ist, auffüllt. Das elektronische Bauteil mit einer derartigen Kunststoffmasse im Randbereich wird von einer Kunststoffaußenkante 16 vollständig umgeben und ist somit gegen Stöße und andere Kräfte, die beim Testen beim Transport oder bei der Verarbeitung auf das elektronische Bauteil ein-
- 15 wirken, geschützt.

- Die Haftung der Kunststoffmasse 8 auf den profilgesägten Konturen 6 aus Halbleitermaterial kann durch eine Haftvermittlerschicht, die zwischen dem Halbleitermaterial und der
- 20 Kunststoffmasse 8 angeordnet ist, verbessert werden. Eine derartige Haftvermittlerschicht ist nur erforderlich, wenn extreme Belastungen während des Testens, des Transports oder der Weiterverarbeitung auf das elektronische Bauteil einwirken. Eine derartige Haftvermittlerschicht kann aus Zinkoxiden
- 25 und/oder Chromoxiden bestehen, die eine dendritische Struktur aufweisen. Eine derartige dendritische Struktur ist durch galvanische Abscheidung der Zinkoxide und/oder Chromoxide erreichbar.

- 30 Figur 4 zeigt eine Prinzipskizze eines auf einem Substrat 19 aufgebrachten Halbleiterwafers 17 ohne oder mit aufgebrachter Umverdrahtungsfolie vor dem Aufsägen in einzelne Halbleiterchipbereiche bzw. einzelne elektronische Bauteile. Die ge-

FIN 116 P/200014219

16

strichelten Linien im Bereich des Halbleiterwafers 17 deuten künftige Sägespurbereiche 18 an, die durch eine Profilsäge 20 in den Halbleiterwafer 17 eingebracht werden. Die Sägespurbereiche 18 sind auf der aktiven Oberseite 3 jeden Halbleiterchips 2 frei von Bautelementen gehalten.

Mit der Profilsäge 20 wird die profilgesägte Kontur 6 der Figur 3 realisiert. Dazu besteht die Profilsäge 20 aus einer Packung von beispielsweise sechs dichtgepackten Sägeblättern unterschiedlichen Durchmessers. Zwei Sägeblätter, die insgesamt eine Sägespurbreite b liefern, weisen den größten Durchmesser auf und zwei dazu benachbarte Sägeblätter weisen den kleinsten Durchmesser der Sägeblätter für die Profilsäge 20 auf. Schließlich sind auf diese Sägeblätter außen nochmals Sägeblätter mit leicht vergrößertem Durchmesser gepackt, welche die Einkerbung 11 der dritten Ausführungsform der Erfindung, die in Figur 3 gezeigt wird, realisieren sollen.

Der Halbleiterwafer 17 weist in Zeilen und Spalten angeordnete Halbleiterchips 2 und die dazwischen vorgesehenen Sägespurbereiche 18 auf, so dass die Profilsäge 20 geradlinig über den auf einem Träger 19 aufgeklebten Halbleiterwafer 17 beim Sägen geführt werden kann.

Figur 5 zeigt eine Prinzipskizze eines auf einem Substrat oder Träger 19 aufgebrachten Halbleiterwafers 17 beim Aufsägen mittels Profilsäge 20 in einzelne Halbleiterchipbereiche bzw. einzelne elektronische Bauteile. Je nach Verwendungszweck des Halbleiterchips 2 kann der Halbleiterwafer 17 bereits eine Umverdrahtungsfolie auf seiner aktiven Oberseite 3 tragen, die mit dem Halbleiterwafer 17 in Figur 5 profilgesägt wird. Bei dem Profilsägen, wie es in Figur 5 gezeigt wird, entstehen Sägespuren im Halbleitermaterial der Breite b

FIN 116 P/200014219

17

und zusätzlich eine profilgesägte Kontur 6, die in diesem Durchführungsbeispiel der Ausführungsform der Figur 3 entspricht. Es wird folglich gleichzeitig mit der Sägespurbreite b eine Nut 13 oder Einkerbung 11 in das Halbleitermaterial bzw. in die Umverdrahtungsfolie eingebracht und die Dicke des Randbereichs der Halbleiterchips vermindert, so dass nach Auffüllen der Profilsägespuren mit einer Kunststoffmasse ein T-förmiger Querschnitt entsteht.

Figur 6 zeigt eine Prinzipskizze eines auf einem Substrat oder Träger 19 aufgebrachten und profilgesägten Halbleiterwafers 17 ohne oder mit aufgebrachter Umverdrahtungsfolie nach einem Auffüllen der Profilsägespuren 21 mit einer Kunststoffmasse 8. Die Kunststoffmasse 8 kann mittels Spateltechnik in die Profilsägespuren 21 eingebracht sein, oder mittels Tauchtechnik können die Profilsägespuren 21 mit Kunststoffmasse 8 aufgefüllt werden.

Eine weitere Möglichkeit, die Kunststoffmasse 8 in die Profilsägespuren 21 einzubringen, besteht darin, die herkömmliche Kunststoffpresstechnik einzusetzen. Jedoch ist diese Presstechnik, die üblicherweise mit einer Spitzgussvorrichtung durchgeführt wird, eher geeignet, einzelne Chips mit einem Kunststoffrand zu umgeben, als die Profilsägespuren eines gesamten Wafers mit Kunststoffmasse aufzufüllen.

Eine weitere Möglichkeit des Einbringens der Kunststoffmasse 8 besteht in dem Aufbringen mittels Sprüh- oder mittels Schleudertechnik. Gleichzeitig mit der Kunststoffmasse 8 in die Profilsägespuren 21 können Bondkanäle einer Umverdrahtungsfolie, sofern sie dem Wafer angepasst auf dem Wafer angebracht sind, mit Kunststoffmasse 8 aufgefüllt werden. Dazu wird noch vor dem Trennen des Halbleiterwafers 17 in Halblei-

FIN 116 P/200014219

18

terchips 2 der Halbleiterwafer 17 mit einer Umverdrahtungsfolie bedeckt und eine Umverdrahtung durchgeführt. Dabei werden Kontaktflächen auf der aktiven Oberseite 3 jedes Halbleiterchips 2 mit Außenkontakten über Umverdrahtungsleitungen in der Umverdrahtungsfolie verbunden. Die Außenkontakte können Außenkontaktflächen oder Außenkontakthöcker, die auf der Umverdrahtungsfolie aufgebracht sind, darstellen.

Wie in Figur 6 gezeigt, ist die Sägespurbreite b, die mit Kunststoff gefüllt ist, größer als die Sägeblattdicke d eines einzelnen Sägeblattes 22 einer Trennsäge 23. Somit ist es möglich, die Halbleiterchips 2 unter Beibehaltung eines Kunststoffrandes bzw. fertige elektronische Bauteile 1 unter Beibehaltung eines Kunststoffrandes aus dem Halbleiterwafer 17 zu sägen. Zur Befestigung des Halbleiterwafers 17 auf dem Träger 19 kann ein thermoplastischer Kunststoff als Klebstoffschicht 24 zwischen dem Träger 19 und dem Halbleiterwafer 17 vorgesehen werden. Für die Kunststoffmasse 8, welche die Profilsägespuren 21 auffüllt, wird hingegen ein Zweikomponentenharz eingesetzt, der nach Aushärten und Vernetzen des Harzes eine höhere Zersetzungstemperatur aufweist als die Erweichungstemperatur der Klebstoffschicht 24. Durch die Abstimmung der thermischen Eigenschaften zwischen Kunststoffmasse 8 und Klebstoffschicht 24 kann gewährleistet werden, dass ohne Beschädigung der Kunststoffmasse 8 die elektronischen Bauteile von der Klebstoffschicht 24 durch Erwärmen des Substrats 19 abgenommen werden können.

Figur 7 zeigt eine Prinzipskizze eines auf einem Substrat oder Träger 19 aufgetragenen Halbleiterwafers 17 ohne oder mit aufgetragener Umverdrahtungsfolie, der mittels eines Trennsägeblattes 22 zu einzelnen Halbleiterchips 2 mit einem Kunststoffrand 7 bzw. zu einzelnen elektronischen Bauteilen 1

FIN 116 P/200014219

19

mit jeweils einem Kunststoffrand 7 aufgetrennt ist. Die
Trennfuge zwischen den Halbleiterchips 2 bzw. den elektroni-
schen Bauteilen 1 entspricht der Dicke d des Trennsägeblattes
22 aus Figur 6. Da das Trennsägeblatt 22 lediglich eine Säge-
5 blattstärke d aufweist, kann es die Kunststoffmasse, die eine
größere Breite b aufweist, unter Zurücklassung eines Kunst-
stoffrandes 7 mittig durchtrennen. Damit wird ein Kunst-
stoffrand 7 für das elektronische Bauteil 1 erzeugt, der
formschlüssig mit der profilgesägten Kontur des Halbleiter-
10 chips 2 in Eingriff steht.

FIN 116 P/200014219

26

Bezugszeichenliste

5	1	elektronisches Bauteil
	2	Halbleiterchip
	3	aktive Oberseite
	4	Rückseite
	5	Rand (gesägt)
10	6	profilgesägte Konturen
	7	Kunststoffrand
	8	Kunststoffmasse
	9	zusätzliche Dreiecksfläche
	10	zusätzliche Rechteckfläche
15	11	Einkerbung
	12	kürzerer Schenkel
	13	Nut
	14	Randbereich der Oberseite
	15	längerer Schenkel
20	16	Kunststoffaußenkante
	17	Halbleiterwafer
	18	Sägespurbereiche
	19	Träger
	20	Profilsäge
25	21	Profilsägespuren
	22	Sägeblatt
	23	Trennsäge
	24	Klebstoffschicht
	d	Sägeblattdicke
30	b	Sägespurbreite

FIN 116 P/200014219

20

Patentansprüche

1. Elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip (2), der eine aktive Oberseite (3) und eine passive Rückseite (4) aufweist und von einem gesägten Rand (5) umgeben ist, wobei der Rand (5) aus Halbleitermaterial profilgesägte Konturen (6) aufweist und von einer einen Kunststoffrand (7) bildende Kunststoffmasse (8) umgeben ist, wobei die Kunststoffmasse (8) mit den profilgesägten Konturen (6) formschlüssig in Eingriff steht.
2. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kunststoffrand (7) einen rechteckförmigen Querschnitt und zur aktiven Oberseite (3) des Halbleiterchips (2) hin um eine spitz zulaufenden Dreiecksfläche (9) erweitert ist.
3. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kunststoffrand (7) einen rechteckförmigen Querschnitt mit einer ihn zur aktiven Oberseite (3) des Halbleiterchips (2) hin verbreiternden zusätzlichen der Rechteckfläche (10) aufweist.
4. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kunststoffrand (7) einen Querschnitt mit einer Einkerbung (11) in die aktive Oberseite (3) aufweist.
5. Elektronisches Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

FIN 116 P/200014219

21

5 der Kunststoffrand (7) einen U-förmigen Querschnitt mit unterschiedlichen Schenkellängen aufweist, wobei der kürzere Schenkel (12) in eine Nut (13) im Randbereich (14) der aktiven Oberseite (3) des Halbleiterchips (2) eingreift und der längere Schenkel (15) eine Kunststoffaußenkante (16) bildet.

10 6. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Rand (5) aus Halbleitermaterial und der Kunststoffmasse (8) eine Haftvermittlerschicht angeordnet ist.

15 7. Elektronisches Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Haftvermittlerschicht Zinkoxide und/oder Chromoxide aufweist

20 8. Elektronisches Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Haftvermittlerschicht eine dendritische Struktur aufweist.

25 9. Elektronisches Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die aktive Oberseite (3) des Halbleiterchips (2) eine integrierte Schaltung aufweist.

30

10. Elektronisches Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die

FIN 116 P/200014219

22

aktive Oberseite (3) des Halbleiterchips (2) einen Berührungssensor aufweist.

- 5 12. Elektronisches Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktflächen in einem Bondkanal im Randbereich des Halbleiterchips (2) angeordnet sind.
- 10 13. Elektronisches Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktflächen in einem zentralen Bondkanal angeordnet sind.
- 15 14. Elektronisches Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf der aktiven Oberseite (3) des Halbleiterchips (2) eine Umverdrahtungsfolie angeordnet ist, deren Leiterbahnen die Kontaktflächen auf dem Halbleiterchip (2) mit Außenkontakten auf der Umverdrahtungsfolie verbinden.
- 20 15. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauteils (1) mit einem Halbleiterchip (2), der eine aktive Oberseite (3) und eine passive Rückseite (4) aufweist und von einem gesägten Rand (5) umgeben ist, wobei der Rand (5) aus Halbleitermaterial profilgesägte Konturen (6) aufweist und von einer einen Kunststoffrand (7) bildende Kunststoffmasse (8) umgeben ist, wobei die Kunststoffmasse (8) mit den profilgesägten Konturen (6) formschlüssig in Eingriff steht und das Verfahren folgende Verfahrensschritte aufweist:
- 25 30 - Bereitstellen eines Halbleiterwafers (17) mit in Zeilen und Spalten angeordneten Halbleiterchips (2) und dazwischen vorgesehenen Sägespurbereichen (18),

FIN 116 P/200014219

23

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- Aufbringen des Halbleiterwafers (17) auf einen Träger (19),
 - Sägen des Halbleiterwafers (17) entlang der Säge-
spurbereiche (18) mit einer Profilsäge (20),
 - Auffüllen der Profilsägespuren (21) mit einer
Kunststoffmasse (8),
 - Trennen des Halbleiterwafers (17) zu Halbleiter-
chips (2) entlang der Kunststoffmasse (8) mittels
Sägeblättern (22), deren Dicke (d) kleiner ist als
die mit Kunststoffmasse (8) aufgefüllten Sägespur-
breiten (b) in dem Halbleiterwafer (17).
16. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kunststoffmasse (8) mittels Spateltechnik in die
Profilsägespuren (21) eingebracht wird.
17. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kunststoffmasse (8) mittels Tauchtechnik in die Pro-
filsägespuren (21) eingebracht wird.
18. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kunststoffmasse (8) mittels Presstechnik in die Pro-
filsägespuren (21) eingebracht wird.
19. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kunststoffmasse (8) mittels Sprühtechnik in die Pro-
filsägespuren (21) eingebracht wird.

FIN 116 P/200014219

24

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19,
dadurch gekennzeichnet, dass
vor dem Trennen des Halbleiterwafers (17) in Halbleiter-
chips (2) mit einem Kunststoffrand (7), der Halbleiter-
wafer (17) mit einer Umverdrahtungsfolie bedeckt wird
und eine Umverdrahtung durchgeführt wird, wobei Kontakt-
flächen auf der aktiven Oberseite (3) des Halbleiter-
chips (2) mit Außenkontakten über Umverdrahtungsleitun-
gen verbunden werden.

22. Verfahren nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet, dass
als Außenkontakte Löthöcker auf die Umverdrahtungsfolie
aufgebracht werden.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 22,
dadurch gekennzeichnet, dass
Kontaktflächen auf der aktiven Oberseite (3) des Halb-
leiterchips (2) in einem Bondkanal angeordnet werden.

FIN 116 P

1/3

FIG 1

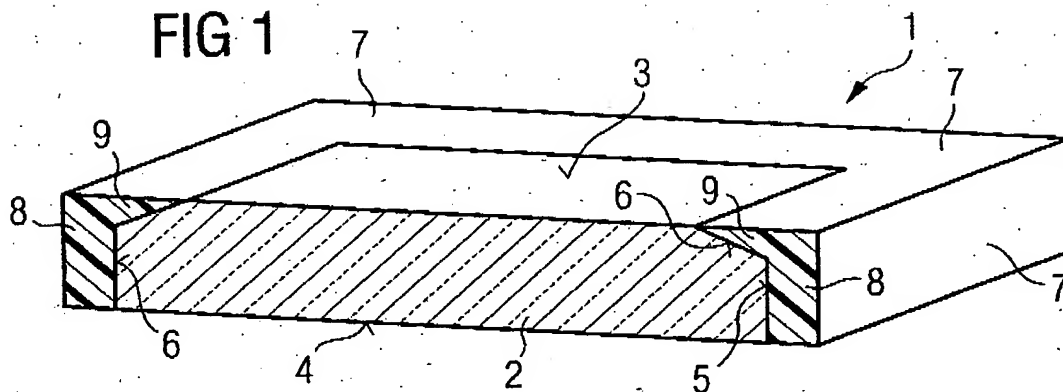


FIG 2

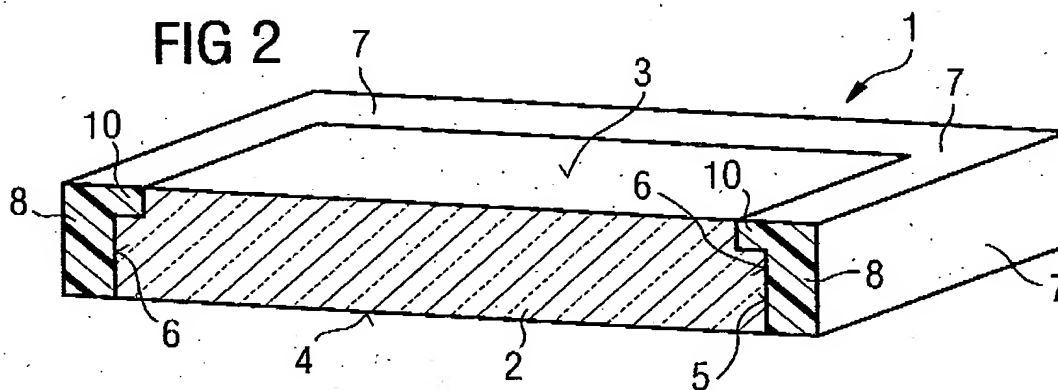
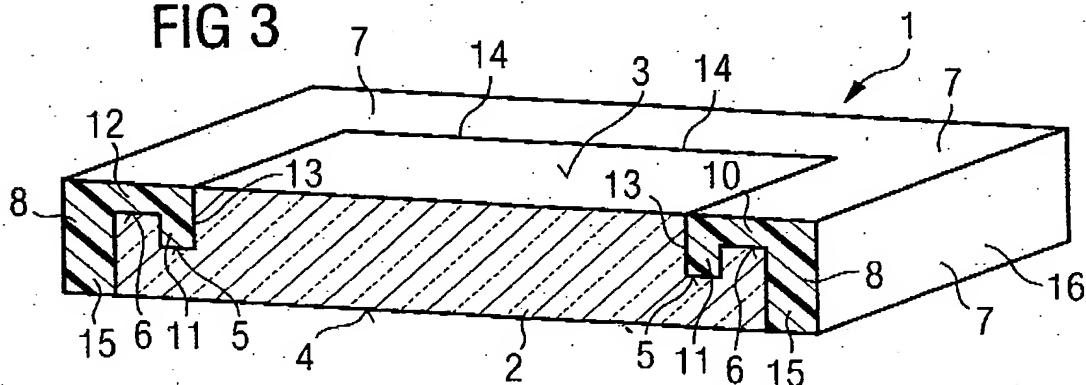


FIG 3



PB

FIN 116 P

2/3

FIG 4

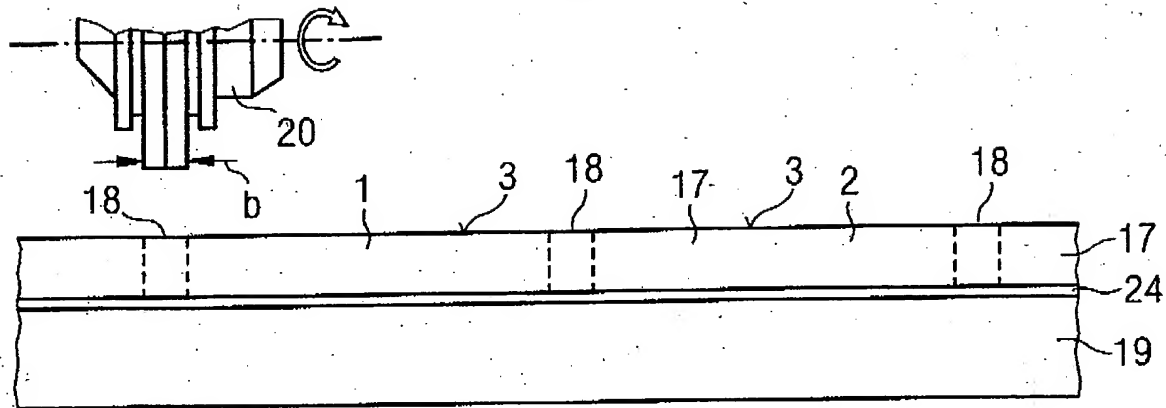
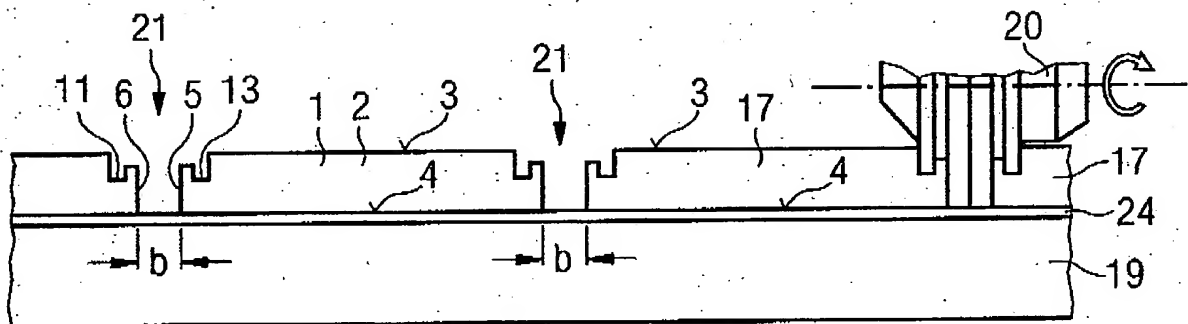


FIG 5



PB

FIN 116 P

3/3

FIG 6

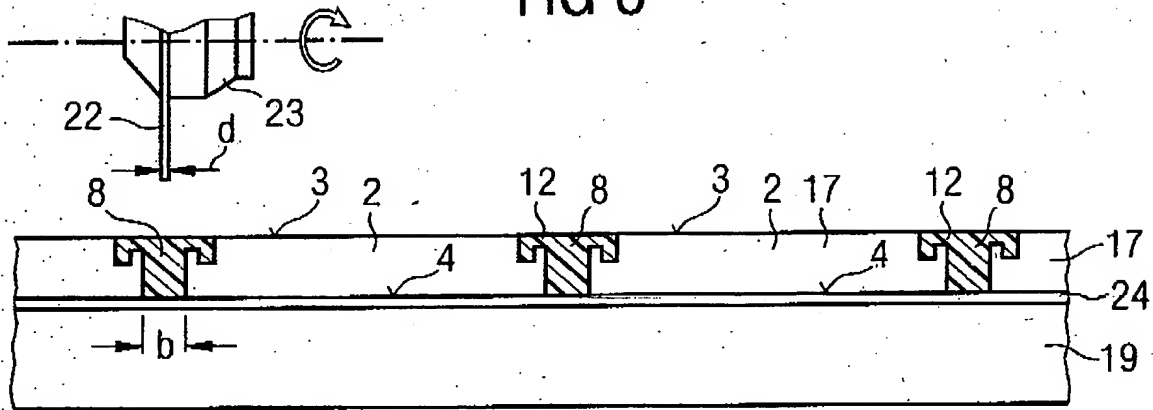
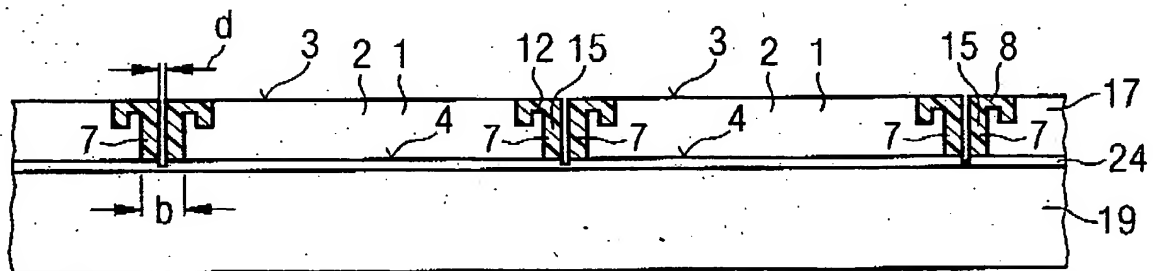


FIG 7



PB

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.